

광학제품 사출금형용 Built-in-sensor Block 개발 Development of Built-in-sensor Block for the injection mold of optical lens

*태준성¹, #이병욱¹, 김명호¹

*J. S. Tae¹, #B. O. Rhee(rhex@ajou.ac.kr)¹, M. H. Kim¹

¹아주대학교 기계공학과

Key words : Optical lens mold, Filling Balance, Sensor block,

1. 서론

소형 플라스틱 제품은 생산성 향상을 위하여 다수 캐비티 사출금형을 적용하는 것이 유리하며 다수의 캐비티에서 생산되는 모든 제품의 품질이 균일하도록 주의를 기울여야 한다. 특히 플라스틱 렌즈와 같은 광학 제품의 경우, 각 캐비티에서 성형된 렌즈 간의 미세한 광학적 특성의 차이는 렌즈 모듈 조립 시 불량 발생의 원인이 되기도 한다. 충전 균형을 위하여 러너시스템의 기하학적 균형을 맞추어 설계가 이루어지지만 기하학적으로 균형 잡힌 러너시스템에서도 수지의 전단가열과 분배 불균형에 의해 충전 불균형이 발생하는 것이 Beaumont 등의 연구결과로 발표되었다[1]. 충전 불균형 해결을 위하여 Beaumont 등은 Melt flipper를 이용하여 전단가열에 의한 불균일한 온도분포를 가진 러너의 분배를 위상을 변경하여 분배된 러너에서 불균형이 나타나지 않도록 하는 방법을 연구하였으며[1], Rhee 등은 가변러너를 이용하여 유량을 조절하는 충전 제어 시스템을 제시하였다[2]. 충전 제어를 위해서 캐비티 간 수지의 도달 시점 및 압력 차이 등을 측정할 수 있어야 하나, 렌즈 금형의 특성상 제품 표면에 닿는 접촉식 센서를 적용하기에는 제한이 따르게 되어 비접촉 측정 방법인 초음파를 이용한 측정 등이 연구되기도 하였다[3].

본 연구에서는 렌즈 금형의 구조적 특성을 활용하여 캐비티 코어 끝단에 설치되는 힘 센서와 게이트 부분에 설치되는 온도 센서를 이용한 측정 방법을 제시하였으며, 센서들의 모듈화를 위하여 모든 센서를 설치할 수 있는 센서 블록을 설계하였다.

2. 렌즈 금형의 충전 불균형

렌즈금형에서 발생하는 충전 불균형 현상을 확

인하기 위하여 Moldex3D를 이용한 CAE해석을 진행하였다. Fig. 1은 렌즈금형의 러너 시스템 및 금형 형상의 개략도로, 해석 진행시 사용된 모델 및 공정 조건은 실제 양산되는 제품을 기준으로 하였다. 또한 냉각 시스템에 의한 영향을 확인하기 위하여 과도 열전달 해석을 통해 특정 부위에 열이 집중되는 지를 분석하였다. 해석 결과, 충전 단계에서 수지의 충전 완료시점에서는 차이를 보이지 않았으나, 보압 단계에서 각 캐비티의 제품 중심부에 걸리는 압력 차이가 발생하는 것을 알 수 있었다. Fig. 2는 보압 단계에서 시간에 따른 각 캐비티별 제품 중심에 작용하는 압력의 차이를 나타낸 그래프로, 게이트가 고화되는 0.73sec 직전에 캐비티 간 압력차이가 최대 약 2MPa까지 발생하는 것을 알 수 있었다.

3. 센서 블록 설계

본 연구에서 적용한 렌즈금형의 경우, 몰드 베이스에 코어몰드를 설치하는 구조로 되어 있으며, 렌즈의 캐비티는 각 캐비티별 코어 핀 형태로 렌즈 형상 교체 시 캐비티 코어를 교체한다. 캐비티에 작용되는 압력의 차이를 측정하기 위하여 다음과 같은 센서들을 선정하였으며, 설치 형상은 Fig. 3와 같다.

3.1 압력 센서

캐비티 내 센서 설치부의 미세한 형상 변화는 렌즈의 광학적 특성에 큰 영향이 미치므로 비접촉식으로 압력을 측정하여야 한다. 따라서 Fig. 3과 같이, 캐비티 코어 끝단에 압전식 힘 센서를 설치하여 캐비티 코어로 전달되는 압력을 측정할 수 있도록 하였다. CAE해석 결과, 캐비티에 걸리는 최대 압력은 약 20MPa 정도이며, 이때 센서로 전달되는

힘은 약 380N로 추산된다. 적정 힘 센서로 Kistler사의 type 9130B를 선정하였다.

3.2 온도 센서

Rhee 등은 캐비티의 온도 상승 거동을 이용한 금형 내부의 수지도달시점 결정 방법을 제시하였다[4]. 본 연구에서는 렌즈에 직접적인 영향이 미치지 않는 게이트 부근 러너에 온도센서가 위치하도록 하였으며, 소형 금형에도 쉽게 적용할 수 있는 이젝터 핀 형상의 온도 센서 핀을 설계하였다.

3.3 내장형 센서 블록

모든 센서가 내장되도록 센서 블록을 설계함으로서 금형 교체 시에 별도의 센서 탈부착이 없도록 하였으며, 코어 몰드의 센서 블록과 몰드 베이스에 각각 압수의 커넥터를 설치하여 코어몰드가 장착될 때 센서 모듈도 동시에 연결되도록 하였다.

4. 결론

본 연구에서는 금형의 충전 불균형 현상을 규명하기 위한 센서 모듈을 설계하였다. 렌즈 금형의 특성상 캐비티에 접촉식 센서를 사용할 수 없는 문제를 해결하기 위하여 렌즈 캐비티 코어 끝단에 힘 센서를 설치하여 각 캐비티의 압력을 측정하도록 하였으며, 수지 도달시점을 파악하기 위하여 게이트 부근 러너에 이젝터 핀 형상의 온도센서를 설치 하였다. 모든 센서들을 센서 블록에 설치하도록 설계하였다. 이것은 렌즈와 같은 광학 제품의 캐비티 압력과 온도 변화를 측정하는데 유용하며 센서 블록 단순화로 센서 탈부착 과정을 없애 금형 조립시간과 노력을 크게 단축할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술 재단의 전략기술 인력 양성 사업 및 산업원천기술개발사업에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Beaumont, J. P., Young, J. H., "Mold filling imbalances in geometrically balanced runner systems", *Journal of Injection Molding Technology*, 1,133-135, 1997
2. 박형필, 차백순, 강중근, 이병옥, "가변러너를 이용한 LDPE/ABS/PA66 수지의 충전균형에 관

- 한 연구", *대한기계학회 추계 학술대회지*, 2006
3. Lee, S., Cuff, D., Huilgol, N., Chandra S. M., Thomas, C. L., "Ultrasonic Cavity Sensors for Micro Molding", *Conference proceedings of ANTEC*, Nashville, USA, 2003
4. Rhee, B. O., Cha, B. S., Park, H. P., 특허 제 10-1119949호(2012)

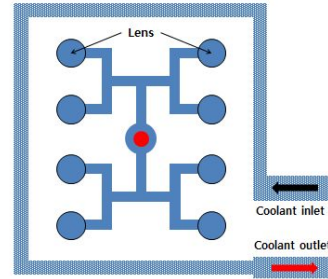


Fig. 1 Diagram of cooling channel and runner system design.

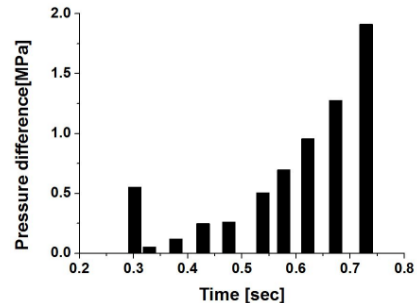


Fig. 2 Maximum cavity pressure differences between 8 cavities with time at packing stage.

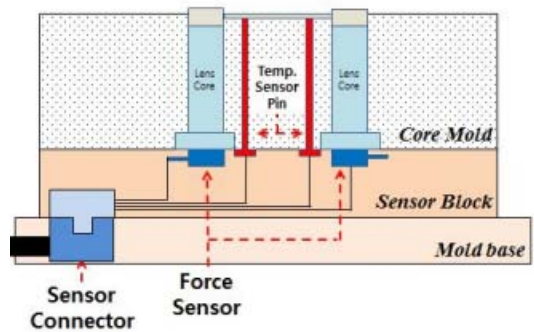


Fig. 3 Diagram of sensor block built in pressure & temperature sensors